

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-313388

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B60L 11/18

H01M 8/10

(21)Application number : 2001-111701

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.2001

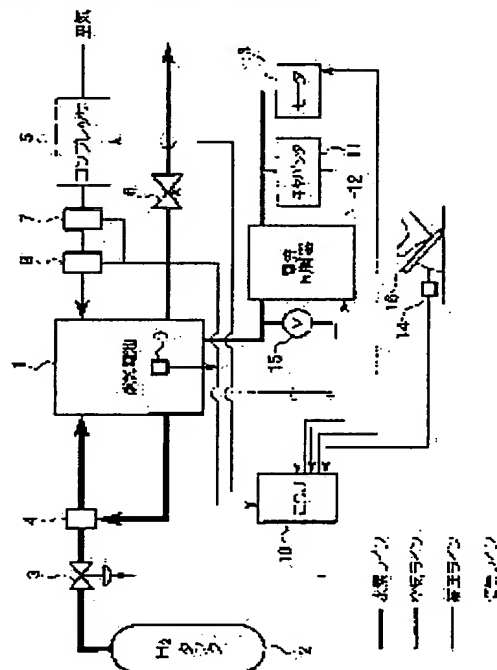
(72)Inventor : MURAKAMI GIIICHI  
UEHARA JUNJI  
IMAZEKI MITSU HARU

## (54) CONTROL METHOD FOR FUEL CELL AND FUEL CELL ELECTRIC VEHICLE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the low-temperature startability of a fuel cell.

SOLUTION: The control method for the solid polymer electrolyte fuel cell 1 using hydrogen gas and oxidant gas as reactive gas for generating power comprises controlling the supply pressure of the hydrogen gas to the fuel cell 1 at low-temperature start to be lower than that during normal operation to produce a decrease in generating efficiency at the low-temperature start, with the result that a self-heat value for the fuel cell 1 is higher to reduce a shorter warm-up time for the fuel cell 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

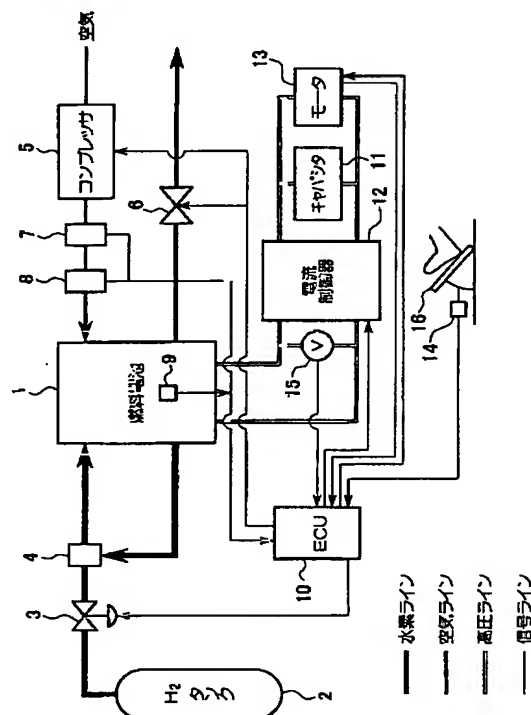
[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素ガスと酸化剤ガスを反応ガスとして発電する燃料電池の制御方法において、燃料電池の運転状態に応じて発電効率を制御して自己発熱量を制御することを特徴とする燃料電池の制御方法。

【請求項2】 前記燃料電池の低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下するように制御することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の制御方法。

【請求項3】 前記低温起動時における前記燃料電池への反応ガスの供給圧力を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を低下することを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の制御方法。

【請求項4】 前記低温起動時における前記燃料電池への反応ガスの供給流量を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を低下することを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の制御方法。

【請求項5】 前記燃料電池の低温起動時には、発電電流を周期的に変更することにより発電効率を低下することを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の制御方法。

【請求項6】 水素ガスと酸化剤ガスを反応ガスとして発電する燃料電池の発電電流によって走行モータを駆動する燃料電池電気車両において、

前記走行モータを含む電気車両の要求電力を決定する要求電力決定手段と、

前記要求電力決定手段が決定した要求電力に基づいて前記燃料電池の要求発電電流を決定する要求発電電流決定手段と、

前記燃料電池の発電電流を、前記要求発電電流決定手段が決定した要求発電電流に対して周期的に増減する発電電流増減手段と、

前記発電電流増減手段が増減した発電電流を蓄電手段に充放電させる充放電手段と、

を備えることを特徴とする燃料電池電気車両。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、水素ガスと酸化剤ガスを反応ガスとして発電する燃料電池とこれを備える燃料電池電気車両に関し、特に、低温起動性に優れた燃料電池と燃料電池電気車両に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池電気車両等に搭載される燃料電池には、固体高分子電解質膜の両側にアノード電極とカソード電極とを備えた電極膜構造体と、この電極膜構造体の両側にそれぞれ反応ガスを供給するためのガス通路を形成するとともに電極膜構造体を両側から支持するセパレータとによって単位燃料電池を構成したものがあり、この単位燃料電池を多数積層して燃料電池スタックを構成したものである。この燃料電池では、アノード電極に燃料ガスとして水素ガスを供給し、カソード電極に酸化剤ガスとして酸素あるいは空気を供給して、燃料ガ

スの化学反応にかかる化学エネルギーを直接電気エネルギーとして抽出するようになっている。つまり、アノード側で水素ガスがイオン化して固体高分子電解質中を移動し、電子は、外部負荷を通過してカソード側に移動し、酸素と反応して水を生成する一連の電気化学反応による電気エネルギーを取り出すことができるようになっている。

【0003】この種の燃料電池は、一般に70～80℃が発電に最適な温度域とされているが、使用環境によっては起動してから前記温度に達するまでに長い時間がかかる場合があり、その対策を講じる必要がある。特に、移動手段としての燃料電池電気車両の場合には、低温時にも速やかな始動性が必要とされるので、燃料電池の低温起動性は極めて重要な課題である。そこで、燃料電池電気車両では、低温起動時における燃料電池の早期暖機システムが考えられている。従来の燃料電池の暖機システムとしては、特表2000-512068号公報に開示されているように、燃料電池を外部回路に接続して負荷をかけることにより燃料電池を発電させ、発電に伴う燃料電池の自己発熱により発電部全体を加熱して暖機する方法がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の燃料電池の暖機システムでは、前記暖機時も定常運転時と同じ条件下で燃料電池の運転を行っているため、燃料電池の発電に伴う自己発熱によって得られる熱量が少なく、暖機完了までに時間が長くかかるという問題があった。また、燃料電池では発電に伴って水が生成されるため、低温起動時に燃料電池の自己発熱による熱量が少ないと、燃料電池で生じた生成水が凍結する虞もある。そこで、この発明は、燃料電池の運転状態に応じて発電効率を制御して自己発熱量を制御することによって、燃料電池の暖機を迅速に実行できる燃料電池と低温始動性に優れた燃料電池電気車両を提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載した発明は、水素ガスと酸化剤ガスを反応ガスとして発電する燃料電池の制御方法において、燃料電池（例えば、後述する各実施の形態における燃料電池1）の運転状態に応じて発電効率を制御して自己発熱量を制御することを特徴とする。このように構成することにより、発電効率を上げることにより自己発熱量を低減することが可能になり、発電効率を下げることにより自己発熱量を増大することが可能になる。

【0006】請求項2に記載した発明は、請求項1に記載の発明において、前記燃料電池の低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下するように制御することを特徴とする。このように構成することにより、燃料電池の低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下することにより自己発熱量を定常運転時よりも増大させるこ

とが可能になる。

【0007】請求項3に記載した発明は、請求項2に記載の発明において、前記低温起動時における前記燃料電池への反応ガスの供給圧力を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を低下することを特徴とする。このように構成することにより、燃料電池の低温起動時に発電効率を定常運転時よりも低下して、自己発熱量を定常運転時よりも増大させることが可能になる。

【0008】請求項4に記載した発明は、請求項2に記載の発明において、前記低温起動時における前記燃料電池への反応ガスの供給流量を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を低下することを特徴とする。このように構成することにより、燃料電池の低温起動時に発電効率を定常運転時よりも低下して、自己発熱量を定常運転時よりも増大させることが可能になる。

【0009】請求項5に記載した発明は、請求項2に記載の発明において、前記燃料電池の低温起動時には、発電電流を周期的に変更することにより発電効率を低下することを特徴とする。このように構成することにより、燃料電池の低温起動時に周期的に発電効率を変更して、自己発熱量を周期的に増大させることが可能になる。

【0010】請求項6に記載した発明は、水素ガスと酸化剤ガスを反応ガスとして発電する燃料電池（例えば、後述する第2の実施の形態における燃料電池1）の発電電流によって走行モータ（例えば、後述する第2の実施の形態における走行モータ13）を駆動する燃料電池電気車両において、前記走行モータを含む電気車両の要求電力を決定する要求電力決定手段（例えば、後述する第2の実施の形態におけるステップS202、203）と、前記要求電力決定手段が決定した要求電力に基づいて前記燃料電池の要求発電電流を決定する要求発電電流決定手段（例えば、後述する第2の実施の形態におけるステップS204）と、前記燃料電池の発電電流を、前記要求発電電流決定手段が決定した要求発電電流に対して周期的に増減する発電電流増減手段（例えば、後述する第2の実施の形態におけるステップS208）と、前記発電電流増減手段が増減した発電電流を蓄電手段（例えば、後述する第2の実施の形態におけるキャパシタ11）に充放電させる充放電手段（例えば、後述する第2の実施の形態におけるステップS209）と、を備えることを特徴とする。このように構成することにより、電気車両が要求する要求電力を確保しつつ、燃料電池の発電電流を周期的に増減して発電効率を周期的に増減することが可能になる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る燃料電池の制御方法と燃料電池電気車両の実施の形態を図1から図10の図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施の形態における燃料電池は燃料電池電気車両に搭載される態様である。

【0012】〔第1の実施の形態〕初めに、この発明の第1の実施の形態を図1から図9の図面を参照して説明する。図1は、車載用燃料電池システムを示した図であり、燃料電池1は例えば固体高分子電解質型の燃料電池であり、燃料ガスとしての水素ガスと酸化剤ガスとしての空気を反応ガスとして供給されて発電する。燃料電池1は発電する際に発熱を伴うので、冷却液によって冷却されるようになっている。

【0013】高圧水素タンク2から放出された水素ガスは圧力制御弁3により所定圧力に制御された後、エゼクタ4を通り燃料電池1のアノード電極に供給される。この水素ガスは発電に供された後、燃料電池1から排出され、水素オフガスとしてエゼクタ4に吸引されて、高圧水素タンク2から供給される水素ガスと合流し再び燃料電池1に供給され循環するようになっている。

【0014】また、酸化剤ガスとしての空気はエアコンプレッサ5によって加圧され、燃料電池1のカソード電極に供給され、空気中の酸素が酸化剤として供された後、燃料電池1から空気オフガスとして排出され、背圧弁6を介して大気に放出される。燃料電池1に供給される空気の温度と圧力は温度センサ7、圧力センサ8によって検出され、これらセンサ7、8の出力信号がECU10に入力される。また、燃料電池1には前記冷却液の出口温度を検出する冷却液温度センサ9が設けられており、冷却液温度センサ9の出力信号がECU10に入力される。

【0015】燃料電池1は蓄電装置として機能する大容量キャパシタ（バッテリーでもよい）11および電流制御器12に並列に接続され、電流制御器12には、エアコンプレッサ5や走行モータ13などが負荷として接続されている。つまり、ECU10からの要求出力信号に基づいて電流制御器12は制限の範囲内で要求された電力を各負荷に供給する。したがって、例えば始動時にECU10から一定の要求値が入力されると、電流制御器12はアイドル出力に応じてエアコンプレッサ5を駆動して一定量の空気を燃料電池1に供給し、これに対応する量の水素ガスが燃料電池1に供給される。また、ECU10には、アクセルペダル16の踏み込み量を検出するアクセル開度センサ14の出力信号が入力されるとともに、燃料電池1の発電電圧を検出する電圧センサ15の出力信号が入力される。

【0016】この燃料電池1においては、低温起動時には暖機時間を短縮するために、燃料電池の発電効率を定常運転時よりも低下させて運転し、自己発熱量が定常運転時よりも増大するように制御する。これは、燃料電池1は発電の際に発熱を伴うことは前述した通りであるが、発電効率を低下させて発電電力を低くすると、発生する電気エネルギーが減った分、損失としての熱エネルギーが増大することによる。ここで、発電効率とは、反応ガス（水素）を消費したエネルギーに対する燃料電池

が発電したエネルギーの比率であり、燃料電池の発電電力は、発電電圧と発電電流の積になることから、発電電流を一定（すなわち水素消費量も一定）にした場合は、発電電圧の低下とともに発電効率は低下する、という関係がある。そして、燃料電池1の発電効率を低下させるために、この実施の形態では、燃料電池1への水素ガスの供給圧力（以下、作動圧という）を低下したり、水素ガスの供給流量を低下することによって実現する。これについて以下に詳述する。

【0017】図2は、実験的に求めた燃料電池1のV-I特性曲線であり、図において一番上側の曲線Aは定常運転時の水素ガスの作動圧および供給流量で発電したときのV-I特性であり、真ん中の曲線Bは水素ガスの供給流量だけを定常運転時よりも所定値だけ低下させて発電したときのV-I特性であり、一番下側の曲線Cは水素ガスの作動圧だけを定常運転時よりも所定値だけ低下させて発電したときのV-I特性である。

【0018】図2から、定発電電流のとき、水素ガスの供給流量あるいは作動圧を定常運転時よりも低下すると、発電電圧が定常運転時よりも低下し、その結果、発電電力（発電電流×発電電圧）が定常運転時よりも低下することがわかる。したがって、燃料電池1への水素ガスの作動圧あるいは供給流量を低下することによって、発電効率を低下させることができることとなる。また、図2から、水素ガスの供給流量の低下よりも水素ガスの作動圧の低下の方が発電電力の低下への影響が大きいことがわかる。

【0019】図3は、実験的に求めた定発電電流時の水素ガスの作動圧と発電電圧との関係を示す特性曲線であり、作動圧の低下にしたがって発電電圧が低下する。また、図4は、実験的に求めた定発電電流時の水素ガスのストイキと発電電圧との関係を示す特性曲線であり、ストイキの低下にしたがって発電電圧が低下する。ここで、ストイキとは、燃料電池1で消費された水素量（QH1）に対する燃料電池1に供給された水素量（QH0）の比（QH0/QH1）を言う。したがって、消費された水素量一定（発電電流一定）のときには、ストイキは供給水素量に比例し、ストイキが低下すれば水素ガスの供給流量が低下することとなり、水素ガスの供給流量の低下にしたがって発電電圧が低下することとなる。なお、水素ガスの作動圧あるいは供給流量の低下により発電電圧が低下する主な要因は、作動圧や供給流量の低下により固体高分子電解質膜のアノード電極を構成する触媒に水素が接触する機会が低下することである。

【0020】図5は、実験的に求めた定発電電流時の燃料電池1への空気の供給圧力（以下、作動圧という）と発電効率との関係を示す特性曲線であり、作動圧の低下にしたがって発電効率が低下する。また、図6は、実験的に求めた定発電電流時の空気の供給流量と発電効率との関係を示す特性曲線であり、空気の供給流量の低下に

したがって発電効率が低下する。なお、燃料電池1に供給される水素ガスの作動圧および供給流量は、燃料電池1に供給される空気の作動圧および供給流量に対応して制御されるので、図5および図6に示す発電効率特性は水素ガスにおける発電効率特性の傾向を表していると言える。

【0021】次に、この実施の形態における燃料電池1の運転制御の一例を図7のフローチャートを参照して説明する。なお、図7に示す制御ルーチンは一定時間毎に実行される。また、この実施の形態においては、定常モードと低温モードの作動圧マップ（図8参照）と、定常モードと低温モードのストイキマップ（図9参照）を予め用意しておく。

【0022】まず、アクセル開度センサ14によりアクセル開度を検出し（ステップS101）、このアクセル開度に基づいて走行モータ13の要求電力を計算し（ステップS102）、エアコンプレッサ5等の燃料電池1を運転するために必要な補機の要求電力を計算し（ステップS103）、これらを加算して燃料電池1に要求される要求発電電力を計算し、さらに、この要求発電電力に基づいて燃料電池1に要求される要求発電電流を計算し（ステップS104）、ステップS105に進む。ステップS105において低温モードか否か判定する。なお、この実施の形態では、低温モード判定は冷却液温度センサ9の検出温度に基づいて行い、冷却液温度が所定温度（例えば、0℃）以下のときに低温モードと判定する。

【0023】ステップS105の判定結果が「YES」（低温モード）である場合はステップS106に進み、図8に示す作動圧マップにおける低温マップ（低温モード）を参照して、ステップS104で算出した要求発電電流に応じた水素の作動圧を検索し、ステップS107に進む。ステップS107では、図9に示すストイキマップにおける低温マップ（低温モード）を参照して、前記要求発電電流に応じた水素ガスのストイキを検索し、ステップS110に進む。

【0024】一方、ステップS105の判定結果が「NO」（定常モード）である場合はステップS108に進み、図8に示す作動圧マップにおける定常マップ（定常モード）を参照して、ステップS104で算出した要求発電電流に応じた水素の作動圧を検索し、ステップS109に進む。ステップS109では、図9に示すストイキマップにおける定常マップ（定常モード）を参照して、前記要求発電電流に応じた水素ガスのストイキを検索し、ステップS110に進む。

【0025】ステップS110では、ステップS107あるいはステップS109で検索して求めた水素ガスの供給流量に対応する空気の供給流量となるように、図示しない流量計で空気の供給量を検出しながらコンプレッサ5により空気の供給流量をフィードバック制御する。

さらに、ステップS111において、ステップS108あるいはステップS110で検索して求めた水素ガスの作動圧に対応する空気作動圧となるように、圧力センサ8で空気の作動圧を検出しながら背圧弁6により空気の作動圧をフィードバック制御して、ステップS112に進む。ステップS112では、ステップS102で算出した要求電力を走行モータ13に供給して走行モータ13を制御し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【0026】このように燃料電池1の運転を制御することにより、低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下させて運転することができ、その結果、定常運転時よりも発電に伴う自己発熱量が増大し、従来よりも燃料電池1を迅速に暖機することが可能となつて、暖機時間を短縮することができる。

【0027】なお、低温モードから定常モードへの移行は、前記作動圧マップおよびストイキマップを冷却液の温度上昇に応じて中間補間し、徐々に定常モードの作動圧およびストイキに近づけていくようにしてもよい。また、前述の実施の形態では、低温起動時に反応ガスの作動圧とガス流量の両方を同時に定常運転時よりも低下させるように制御しているが、低温起動時に作動圧とガス流量のいずれか一方だけを定常運転時よりも低下させるように制御しても本発明は成立し、その場合にも、低温起動時の発電効率を定常運転時よりも低下させることができ、自己発熱量を増大させて、暖機時間を従来よりも短縮することができる。

【0028】〔第2の実施の形態〕次に、この発明の第2の実施の形態を図10の図面を参照して説明する。前述した第1の実施の形態では、燃料電池1に供給される反応ガスの作動圧や供給流量を定常運転時よりも低下させることにより燃料電池1の発電効率を低下させたが、この第2の実施の形態では、燃料電池1の発電電流を周期的に変更することにより燃料電池1の発電効率を周期的に低下させ、燃料電池1の自己発熱量を増大させるようにしている。

【0029】図2のV-I特性図を援用して説明すると、同じ定常運転条件におけるV-I特性曲線Aであっても、発電電流が大きい方が発電効率が高く、発電電流が小さい方が発電効率が高いことは知られていることである。この理由としては、燃料電池の内部抵抗（セパレータ間の接触抵抗等）によって発生するジュール熱（ $I^2 \cdot R$ ）の増減にある。そこで、この実施の形態の形態では、低温起動時には、燃料電池1の発電電流を定常運転時の要求発電電流を基準にして所定量だけ一定周期で増減させることにより、図10に示すように、燃料電池1の発電電力を要求発電電力を基準にして一定の周期で増減させ、燃料電池1の発生電力の平均値としては要求発電電力を満足するように制御する。

【0030】このようにすると、(1) 発電電流を定常運転時の要求発電電流よりも増加したとき（すなわち、

発電電力を増大したとき）に発電効率が低下し、(2) 発電電流を減少したとき（すなわち、発電電力を減少したとき）に発電効率が増大することとなるが、発熱量は電流の2乗に比例することから、発電電流の増減幅が同じ場合には、発電電流の増加による発熱量の増大の方が、発電電流減少による発熱量の減少よりも大きくなり、結果的に発熱量を増大することができる。

【0031】低温起動時における燃料電池1の発電電流の具体的な制御方法としては、車両が要求する要求電力（走行モータ13やエアコンプレッサ5やその他の電気負荷）を、燃料電池1の発電電力と大容量キャパシタ11によって供給するようにし、システム全体の要求発電電力に対して、キャパシタ11に所定周期で充電、放電を行わせるように制御する。これによって、燃料電池1の発電電力を意図的に所定の一定周期で所定電力量だけ増減させることができる。この場合、図10において、発電電力を要求電力より大きく制御する期間t1はキャパシタ11への充電期間となり、発電電力を要求電力より小さく制御する期間t2はキャパシタ11の放電期間となる。

【0032】次に、第2の実施の形態における燃料電池1の運転制御の一例を図11のフローチャートを参照して説明する。なお、図11に示す制御ルーチンは一定時間毎に実行される。まず、アクセル開度センサ14によりアクセル開度を検出し（ステップS201）、このアクセル開度に基づいて走行モータ13の要求電力を計算し（ステップS202）、エアコンプレッサ5等の燃料電池1を運転するために必要な補機の要求電力を計算し（ステップS203）、これらを要求電力を加算して燃料電池1に要求される要求発電電力を計算し、さらに、この要求発電電力に基づいて燃料電池1に要求される要求発電電流を計算する（ステップS204）。

【0033】次に、ステップS205に進み、作動圧マップ（図8における定常モード）を参照して、ステップS204で算出した要求発電電流に応じた水素の作動圧を検索し、ステップS206に進む。ステップS206では、ストイキマップ（図9における定常モード）を参照して、前記要求発電電流に応じた水素ガスのストイキを検索し、ステップS207に進む。

【0034】ステップS207において低温モードか否か判定する。ステップS207において否定判定（定常モード）したときにはステップS210に進み、肯定判定（低温モード）したときにはステップS208に進む。ステップS208では、ステップS204で算出した要求発電電流に基づいて、燃料電池1の発電電流を周期的に増減する際の周期と増減幅を計算し、ステップS209に進む。ステップS209では、前記一定の周期に対応させてキャパシタ11を充放電させ、ステップS210に進む。

【0035】ステップS207で否定判定してステップ



S210に進んだときには、ステップS206で検索して求めた水素ガスの供給流量に対応する空気の供給流量となるように、図示しない流量計で空気の供給量を検出しながらコンプレッサ5により空気の供給流量をフィードバック制御する。一方、ステップS207で肯定判定しステップS208、209を経てステップS210に進んだときには、ステップS208で決定した周期および発電電流の増減幅に応じた水素ガスの供給流量に対応する空気の供給流量となるように、図示しない流量計で空気の供給量を検出しながらコンプレッサ5により空気の供給流量をフィードバック制御する。

【0036】さらに、ステップS211において、ステップS206で検索して求めた水素ガスの作動圧に対応する空気作動圧となるように、圧力センサ8で空気の作動圧を検出しながら背圧弁6により空気の作動圧をフィードバック制御し、ステップS212に進む。ステップS212では、ステップS202で算出した要求電力を走行モータ13に供給して走行モータ13を制御し、本ルーチンの実行を一旦終了する。

【0037】このように燃料電池1の運転を制御することにより、第2の実施の形態の場合にも、低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下させて運転することができ、その結果、定常運転時よりも発電に伴う自己発熱量が増大し、従来よりも燃料電池1を迅速に暖機することが可能となつて、暖機時間を短縮することができる。しかも、キャパシタ11の充放電によって車両の要求電力を確保することができるので、走行モータ13の要求電力も確保することができ、その結果、車両のドライバビリティが低下することもない。

【0038】なお、前述した各実施の形態では、燃料電池1を冷却する冷却液の出口温度に基づいて低温モードと定常モードの判定を行っているが、冷却液温度に代えて、反応ガス（水素ガスあるいは空気）の出口温度や外気温度等で判定してもよいし、これらを組み合わせて判定してもよい。

【0039】

【発明の効果】以上説明するように、請求項1に記載した発明によれば、発電効率を上げて自己発熱量を低減し、発電効率を下げて自己発熱量を増大することが可能になるので、燃料電池の温度制御が容易になるという効果がある。請求項2に記載した発明によれば、燃料電池の低温起動時には発電効率を定常運転時よりも低下することにより自己発熱量を定常運転時よりも増大させることが可能になるので、燃料電池を迅速に暖機することができ、すなわち、暖機時間を短縮することができるという効果がある。

【0040】請求項3に記載した発明によれば、燃料電池の低温起動時には前記燃料電池への反応ガスの供給圧力を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を定常運転時よりも低下して、自己発熱量を定常運転時よ

りも増大させることが可能になるので、燃料電池を迅速に暖機することができ、すなわち、暖機時間を短縮することができるという効果がある。請求項4に記載した発明によれば、燃料電池の低温起動時には前記燃料電池への反応ガスの供給流量を定常運転時よりも低下させることにより発電効率を定常運転時よりも低下して、自己発熱量を定常運転時よりも増大させることが可能になるので、燃料電池を迅速に暖機することができ、すなわち、暖機時間を短縮することができるという効果がある。

【0041】請求項5に記載した発明によれば、燃料電池の低温起動時には前記燃料電池の発電電流を周期的に変更することにより発電効率を周期的に変更して、自己発熱量を周期的に増大させることが可能になるので、燃料電池を迅速に暖機することができ、すなわち、暖機時間を短縮することができるという効果がある。請求項6に記載した発明によれば、電気車両が要求する要求電力を確保しつつ、燃料電池の発電電流を周期的に増減して発電効率を周期的に増減することが可能になるので、電気車両のドライバビリティを低下させることなく、燃料電池を迅速に暖機することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に係る燃料電池のシステム図である。

【図2】 燃料電池のV-I特性を示す図である。

【図3】 反応ガスの作動圧をパラメータとする燃料電池の電圧特性を示す図である。

【図4】 反応ガスのストイキをパラメータとする燃料電池の電圧特性を示す図である。

【図5】 反応ガスの作動圧をパラメータとする燃料電池の発電効率特性を示す図である。

【図6】 反応ガスの供給流量をパラメータとする燃料電池の発電効率特性を示す図である。

【図7】 この発明の第1の実施の形態における燃料電池の制御フローチャートである。

【図8】 前記第1の実施の形態における作動圧マップの一例である。

【図9】 前記第1の実施の形態におけるストイキマップの一例である。

【図10】 この発明の第2の実施の形態における発電電力の制御例を示す図である。

【図11】 前記第2の実施の形態における燃料電池の制御フローチャートである。

【符号の説明】

1 燃料電池

11 キャパシタ（蓄電手段）

ステップS202、203 要求電力決定手段

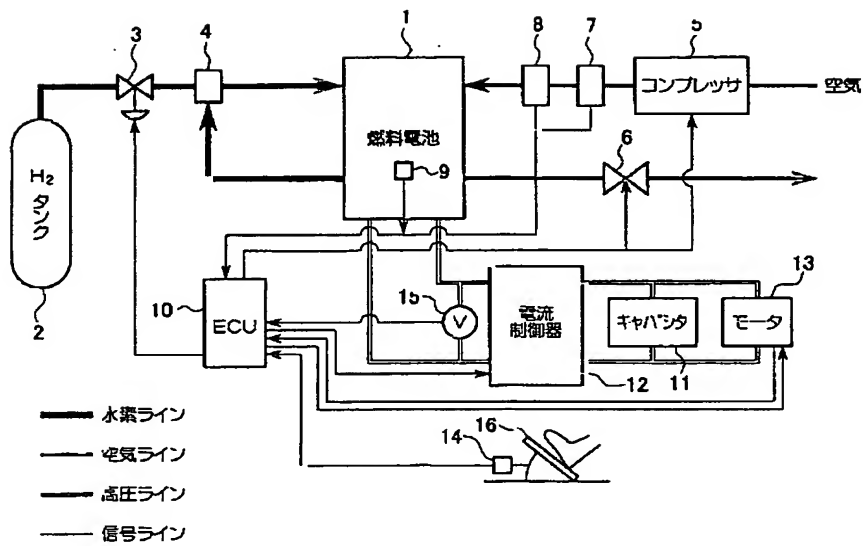
ステップS204 要求発電電流決定手段

ステップS208 発電電流増減手段

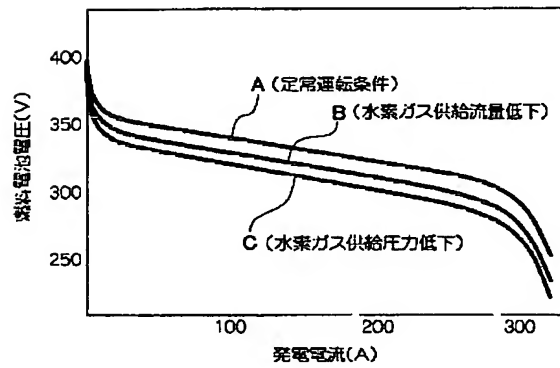
ステップS209 充放電手段



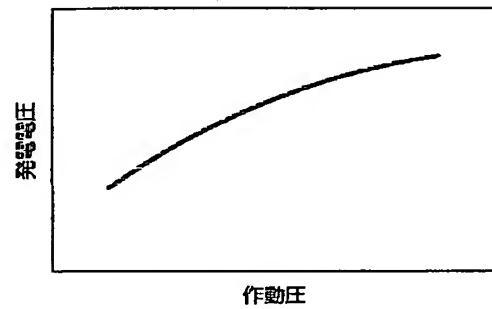
【図1】



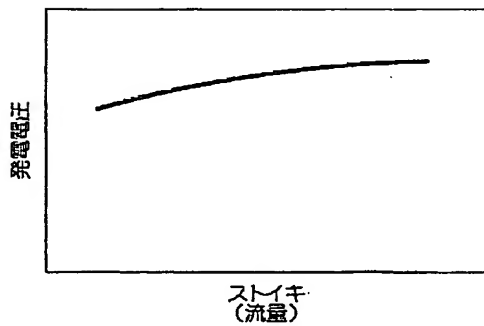
【図2】



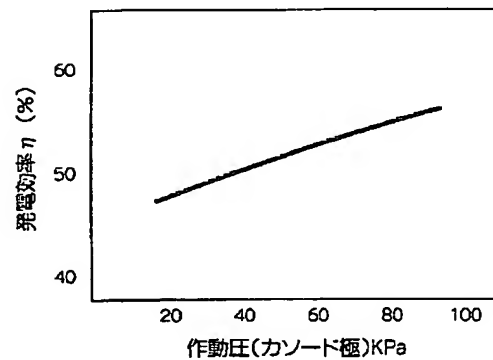
【図3】



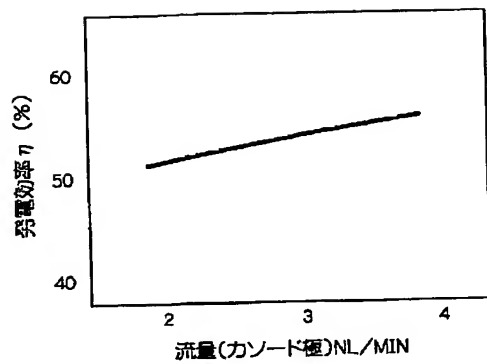
【図4】



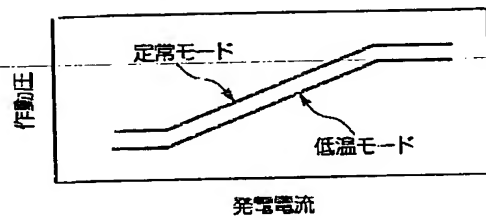
【図5】



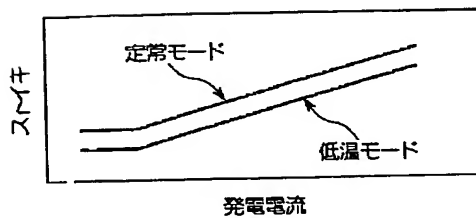
【図6】



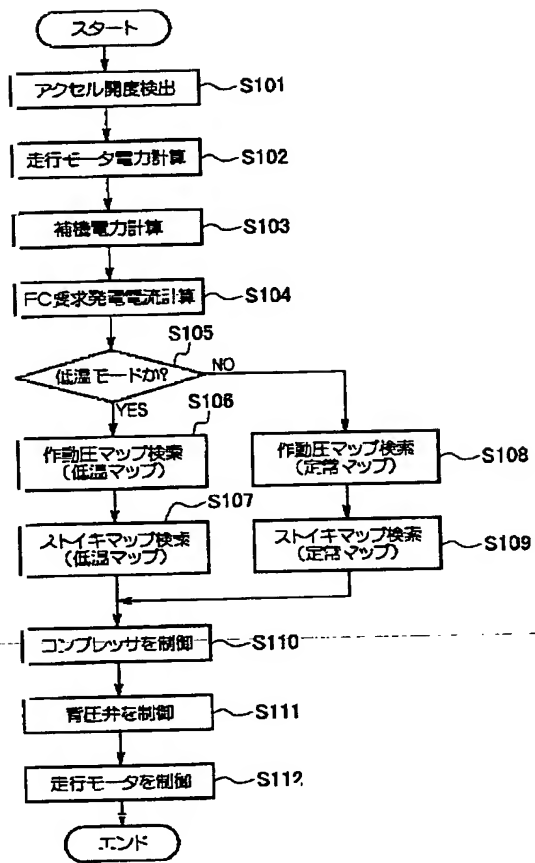
【図8】



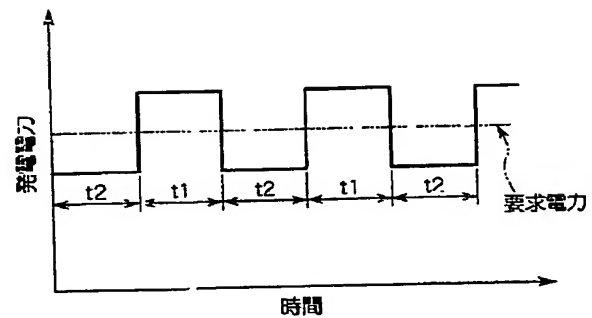
【図9】



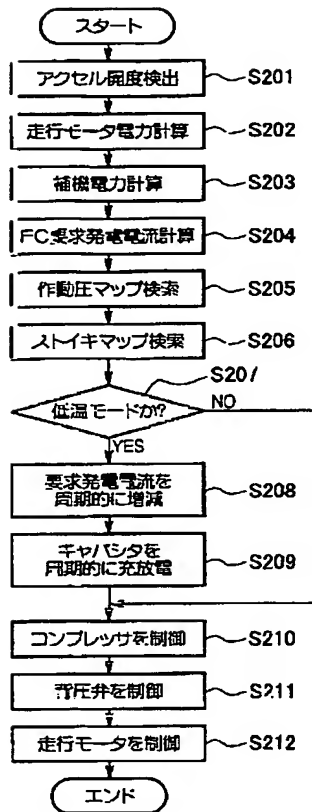
【図7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 今関 光晴  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CX10 HH05 HH09  
5H027 AA06 BA13 BC11 CC06 DD03  
KK02 KK05 KK22 KK25 KK48  
KK52 MM04 MM09  
5H115 PA00 PC06 PG04 PI16 PI18  
PU01 QA10 QE01 SE03 SE06  
TI05 TO21

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**